# ブレインモルフィックコンピューティング
# －身体性と「プロセス」による脳型情報処理を目指して－

**Brainmorphic Computing**

**－Towards Brain-type Information Processing through Embodiment and “Process”－**

**東北大学電気通信研究所　堀尾喜彦**

**Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ.**

**E-mail: horio@riec.tohoku.ac.jp**

脳に特異的な機能（意識・無意識，予測・推論・記憶，注意，自己・自律性など）を実現するためには，計算原理とその実装がノイマン型コンピュータとは本質的に異なる枠組みが必要である．身体的・環境的制約やノイズ・揺らぎがあるからこそ，無限定・動的で不確定な世界に実時間で対峙するために，これらの特異的な機能が進化的に脳に創発した．この様な脳型情報処理様式を考える上では，脳と身体は不可分であるため「身体性」を考慮することと，特異的脳機能が，大規模非線形複雑系である脳全体の「プロセス」として実現されている点に注目することが特に重要である[1-4]．ここでの「プロセス」とは，過程あるいは方法という意味の他に，意識プロセスのような，単なる物体や構造ではなく，脳それ全体の機能的特性という意味合いをも含む．

これらに着目した枠組みの 1 つとして，我々は「ブレインモルフィックコンピューティング(BMC)[1-4]」を提唱している．BMC の特徴を以下に簡単にまとめる．A) 脳神経系の解剖学的，生理学的な構造や仕組みを模倣して情報を処理する；B) 物理化学的な「プロセス」「ダイナミクス」によって情報処理を行う；C) 最新の脳神経科学，特に，意識・無意識などの高次機能の知見を反映させる；D) 進化的構造と機能や，身体的・環境的制約等を積極的に活用する．

特に B)では，(1) デバイスの物理的・動力学的性質を直接的に利用して，生物物理をデバイス物理で模倣・再現することが必要である．また，(2) 複雑性・複雑ダイナミクスを活用し，情報の豊な表現と，多様で分散した情報の統合とを同時に実現することも重要である．これに加えて，(3) 不確実性，不均一性，変動，ノイズなどを抑制するのではなく，積極的に利用することが，flexible, sensitive, dynamic, adaptive な処理と，consistent, robust, stable, invariant な処理とを両立させるために肝要である．これらは，現在のデジタルコンピュータの設計思想とは対照的である．

また，D)においては，「身体性」が重要な要素である．この枠組みとして，脳・身体総合体コンピューティング[3-5]を提案した．ここでは，センサやアクチュエータデバイスも脳型にして，BMC システムの内側に統合することにより，自己などの脳に特異的な機能の発現が期待される．

[1] 堀尾喜彦：日本神経回路学会誌，25(4), 140-147, 2018.

[2] 堀尾喜彦：応用物理，88, 基礎講座 シリーズ「応用物理と人工知能」第 8 回，2019（近刊）.

[3] Y. Horio: in Proc. NOLTA, 189-192, 2017.

[4] Y. Horio: in Understanding Complex Systems, Chapter 5, Springer, ISBN 978-3-030-10891-5, 2019.

[5] Y. Horio: in Proc. RISP NCSP, 703-706, 2018

© 2019年 応用物理学会